

ГЛАЗУРОВАННЫЕ ФОСФАТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

А. А. Зайцев

Строительный факультет, БПИ

г. Брест, Беларусь

Исследована возможность получения стекловидных покрытий на фосфатных материалах. Установлено, что требованиям глазурирования удовлетворяет перлитофосфат, связующим в котором является алюмохромфосфорная связка, а заполнителем перлитовый песок. Средняя плотность перлитофосфата составляет $650-700 \text{ кг/м}^3$, прочность на изгиб - до 2 МПа. Более высокие прочностные показатели (до 15 МПа) имеет перлитофосфат со средней плотностью $1500 - 1600 \text{ кг/м}^3$. Разработан технологический регламент для глазурирования.

Ключевые слова: фосфатные материалы, глазурирование, глазури, эмали, температура обжига, покрытия.

Материалы на фосфатных связующих представляют интерес как основа для получения глазурированных материалов различного назначения.

Композиты с использованием этих связующих разнообразны и обладают уникальным комплексом свойств: низкой средней плотностью (от 300 кг/м^3 и более), высокой теплоустойкостью, низким коэффициентом теплопроводности (от 0.05 Вт/м и более) и достаточно высокой прочностью. Они применяются в качестве теплоизоляционных и конструкционно-теплоизоляционных изделий, огнеупоров и др. [1]. Брестским строительным трестом №8 выпускаются перлитофосфогелевые изоляционные плиты со средней плотностью $200-300 \text{ кг/м}^3$.

В качестве фосфатных связующих используют ортофосфорную кислоту, алюмофосфатные (АФС) и алюмохромфосфатные (АХФС) композиции и др. [].

Заполнителями могут служить разнообразные материалы, включая попутные отходы промышленности (трепел, различные шлаки, отходы асбеста и др.)

При этом прочность на сжатие конструкционных материалов со средней плотностью около 1400 кг/м^3 достигает 50 МПа.

Технология производства фосфатных материалов проста и включает в себя совместный сухой помол компонентов, смешивание полученного порошка с фосфатной связкой, полусухое прессование и термообработка при температуре 400°C . Себестоимость фосфатных материалов невелика.

Вышесказанное позволяет рассматривать материалы на фосфатных связующих как перспективные композиты для нанесения стекловидных покрытий.

При этом необходимо было выполнить комплекс исследований как по определению оптимальных композиций фосфатных материалов, так и специальных составов для их покрытий, так как предварительными опытами нами установлено, что их коэффициент термического расширения (КТР) низок и составляет всего около $60 \cdot 10^{-7} \cdot \text{град}^{-1}$. В то же время керамические материалы, для которых используются известные глазури, имеют КТР не ниже $100^{-7} \cdot \text{град}^{-1}$. Температуры их оплавления высоки (до 950–1000°C).

Предварительные составы исследованных композитов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование материала	Содержание компонентов, масс. %							
	Перлитовый песок фракции 0-3	Перлит тонко молотый	Ортофосфорная кислота	АХФС	Цемент М400	Жидкое стекло	Зола-унос	Вода
Цементоперлит	40	–	–	–	20	–	–	40
Фосфоперлит	47	20	25	–	–	–	–	8
Перлитофосфат	55	–	–	37	–	–	–	–
Перлитогель	25	25	–	–	–	50	–	–
Золоперлитофосфат	54	–	–	18.5	–	–	20.5	–
Перлитофосфат №2	–	20	–	20	–	–	–	–

Свойства исследованных материалов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Свойства	Наименование материалов				
	Перлито-цемент	Перлито-фосфат	Перлитогель	Фосфоперлит	Золоперлит
Показатель рН	9.96	2.28	12.0	2.2	6
Средняя плотность, кг/м ³	700	690	680	620	468
Плотность, г/см ³	2.25	2.22	2.22	2.22	–
Пористость, %	69.9	68.2	69.2	72	–
Прочность при изгибе, МПа	3.34	2.3	2.73	–	1.1

Исследование дегидратации указанных материалов свидетельствует о том, что характер процесса зависит от природы материала и температуры нагрева. Значительную часть влаги материалы теряют при нагреве до температуры 300°C. Наиболее интенсивно при этой температуре протекает дегидратация перлитофосфата

(теряется до 77 % влаги), в наименьшей степени – перлитофосфогеля (улетучивается около 32 % влаги). При нагреве до температуры 700°C потери влаги у всех исследуемых материалов выравниваются и находятся в пределах 64–85 %. Наибольший процент остаточной влаги (около 32 %) присущ фосфатоперлиту, а у остальных материалов остаточная влага составляет 15–16 %. Однако этого количества связанной влаги достаточно, чтобы деструкционные процессы, происходящие при нагревании до 700°C, заметно не снизили прочность перлитофосфата (она уменьшилась всего на 9 %) Прочность перлитогеля и перлитоцемента уменьшается более существенно: на 44 и 54 % соответственно. Наиболее высокой теплостойкостью обладает золоперлитофосфат, прочность которого не уменьшается. Однако начальная прочность его низка (1.1 МПа). Вместе с тем введение в композиты оптимального количества золы-уноса, не приводящего к потере прочности формуемых материалов перспективно.

Таким образом, для целей глазурования наиболее перспективными представляется перлитофосфатные композиты. Теплостойкость этих материалов на алюмохромфосфатой связке обусловлена ее высокой термодинамической стабильностью [1]. Однако при более высоких температурах (850°C) прочность перлитофосфата уменьшается на 20 %. При этом существенно возрастают среднеквадратичное отклонение (почти в 3 раза) и в 4 раза коэффициент вариации. Такой разброс прочности очевидно связан с низкой теплопроводностью материала и образованием в нем в связи с этим напряжений при нагревании, обуславливающих возникновение микротрещин.

Из полученных результатов следует, что температура глазурования перлитофосфатных материалов со средней плотностью 700 кг/м³ не должна превышать 800°C. При этом определенное влияние на прочностные показатели могут оказывать скорость нагрева и охлаждения. В связи с этим исследовано влияние различных параметров нагрева и охлаждения композитов. Установлено, что режимы термической обработки в определенной степени сказываются на прочности. При нагревании до 700–800°C и медленном охлаждении до 300–400°C возможно даже повышение прочности перлитофосфата в среднем на 20 %.

Представляло также интерес исследовать свойства перлитофосфата с более высокой средней плотностью (1500–1600 кг/м³). Прочность такого материала на изгиб возрастает до 13–14 МПа, т. е. при повышении плотности в два раза она возрастает в 6 раз. Уплотненный перлитофосфат имеет также более высокую

теплостойкость: прочность при нагревании до 770–800°C уменьшается всего лишь на 5 %.

Синтез специальных стекловидных покрытий с необходимым комплексом свойств для новых материалов представляет сложную научно-техническую задачу. На первом этапе нами испытан ряд известных эмалей и глазурей с низкими температурами обжига (не выше 850°C). Большинство из этих покрытий хорошо растекаются на поверхности перлитофосфата, однако после обжига в них отчетливо просматривается сетка трещин ("цека"). Это свидетельствует о том, что КТР покрытий превышают КТР подложки.

В результате поисковых работ отобрано несколько глазурей (эмалей), образующих плотное остеклованное покрытие (без "цека"). К ним относятся силикаборатные, свинцовоборатные составы.

На этапе опытного освоения технологии глазуирования фосфатных материалов могут быть использованы глазури ЛГ–19 и РМ–2, которые изготавливаются Минским фарфоровым заводом. Минимальная температура обжига этих покрытий, при которой они еще растекаются, составляет 820°C. Глазури при этой температуре формируются в плотное остеклованное без "цека" покрытие. Для той цели могут быть использованы эмали, предназначенные для изготовления темалита (эмалированное стекло). Эти эмали обжигаются при температуре 40–620°C, что исключает снижение прочности фосфатного материала. Перспективны также разработанные нами эмали в цинкоборатных и некоторых других системах [2]

Таким образом, разработана технология получения новых эффективных делочных глазурированных материалов различного назначения, в том числе с двоякой функцией теплозащиты. Приведенные затраты на их изготовление и эксплуатацию на 40 % меньше по сравнению с керамическими глазурированными.

Литература

Копейкин В.А. Фосфатные материалы в строительстве. – В кн.: Всесоюзный семинар. Производство и применение в строительстве фосфатных материалов. – М., 1983 с3–5

А. с. 1279975 (СССР). Стекло для покрытия. Авт. В.Л. Жоров и А.А. Зайцев. – Оpubл. в Б.И, 1986, №48